

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 687 000

②① N° d'enregistrement national : 92 01067

⑤① Int Cl<sup>5</sup> : G 08 G 1/16, B 60 R 1/00, H 04 N 7/18, 5/235

①⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 31.01.92.

③⑦ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 06.08.93 Bulletin 93/31.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *Société Anonyme dite: REGIE  
NATIONALE DES USINES RENAULT — FR.*

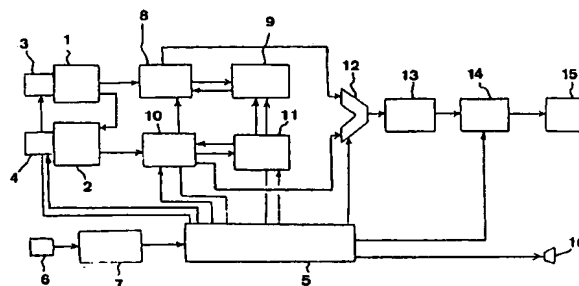
⑦② Inventeur(s) : Nguyen Hoang Giang.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Régie Nationale des Usines Renault.

⑤④ Procédé et dispositif de détection de véhicules et de marquages au sol.

⑤⑦ Procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras (1, 2) équipées d'objectifs (3, 4) effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles détectés par rapport au paysage, caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.



FR 2 687 000 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETECTION DE VEHICULES ET DE  
MARQUAGES AU SOL

5

La présente invention se rapporte au domaine technique de l'aide à la conduite automobile. Plus précisément, elle concerne un procédé et un dispositif permettant de détecter et de visualiser des obstacles tels que les autres véhicules en stationnement ou en circulation sur la chaussée. Cette invention est particulièrement adaptée aux difficultés propres à la conduite dans des conditions de visibilité difficiles (nuit, brouillard...), sans que ces conditions en limitent l'application.

10

15

20

25

Une technique connue pour détecter la présence d'obstacles sur le trajet d'un véhicule automobile, consiste à balayer la chaussée avec un faisceau radar à rayon laser de longueur d'onde comprise entre 600 nm et 900 nm, appelé faisceau LIDAR, ou avec un faisceau radar à hyperfréquence dont la fréquence est de l'ordre de 76 GHZ. Dans le cas du LIDAR, comme dans celui du radar à hyperfréquence, l'information fournie se limite à indiquer la présence d'obstacles sur la chaussée, tels que d'autres véhicules, sans spécifier leur position relative. Si, en cas de déplacement rectiligne, la position relative de l'obstacle détecté peut être déduite des coordonnées angulaires instantanées du faisceau intercepté, ce type de déduction devient totalement inopérant en virage, sauf à localiser l'obstacle détecté par d'autres moyens, et à recadrer l'image de celui-ci grâce à des repères appropriés.

30

35

La méthode dite "bispectrale", décrite dans la publication EP 0454 516 de la demanderesse repose sur le repérage des feux stop des véhicules se trouvant dans le champ de prospection. Cette méthode met en oeuvre deux caméras, dont la première est sensible aux rayonnements d'un domaine spectral couvrant l'infrarouge, mais plus large que celui-ci, tandis que la seconde capte les rayonnements visibles complétant l'infrarouge. Le traitement par différence des deux images captées conduit à une troisième image du champ ouvert au véhicule, relevant seulement le contraste de l'obstacle. L'application de ce procédé est toutefois d'une efficacité

limitée, en raison de la variation fréquente de l'éclairement ambiant, impliquant notamment un réglage constant des objectifs et une modification des coefficients de pondération dans le traitement numérique des images.

La présente invention vise à perfectionner la méthode "bispectrale" en fournissant au conducteur une image simplifiée, indiquant toutefois avec précision la silhouette et la position de l'obstacle détecté.

Elle concerne un procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras équipées d'objectifs effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles détectés par rapport au paysage. Ce procédé est caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les objectifs de chaque caméra sont asservis à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, chaque caméra possède un iris asservi à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les images captées par chaque caméra sont numériques.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les histogrammes des deux images captées sont égalisées, de façon à pouvoir soustraire l'image captée dans le spectre visible, de l'image captée dans le proche infrarouge.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'image de restitution est filtrée, et on détermine un seuil lumineux d'affichage, fonction de

l'éclairement de la chaussée, pour ne conserver sur l'image de restitution, que la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol .

5

Selon un mode de réalisation de l'invention, la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol est restituée au conducteur sous forme d'une signature, constituée de rectangles blancs sur fond noir.

10

Selon un mode de réalisation de l'invention, on détermine les maxima d'intensité de l'image de restitution, et on poursuit la signature des véhicules détectés, sur la base du déplacement de ces maxima dans l'image de restitution.

15

Selon un mode de réalisation de l'invention, pendant le temps de passage du véhicule effectuant la détection sous l'ombre des arbres défilant latéralement, on détermine la trajectoire des maxima uniquement à partir de l'image captée dans le spectre visible.

20

Selon un mode de réalisation de l'invention, le conducteur est averti par voie sonore de l'entrée d'un maximum à l'intérieur d'une zone de sécurité dans l'image, cette zone étant déterminée à partir de la vitesse propre du véhicule effectuant la détection et des conditions d'adhérence au sol.

25

Selon un mode de réalisation de l'invention, le signal sonore d'avertissement a une fréquence inversement proportionnelle à une mesure de l'éloignement de ce maximum.

30

L'invention concerne également un dispositif spécialement conçu pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'un quelconque des modes de réalisation précédents. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comporte une unité centrale de traitement, reliée à une première caméra sensible aux rayonnements du domaine visible, et à une seconde caméra sensible aux rayonnements du proche infrarouge, dont les prises de vue sont asservies à un capteur d'éclairement également relié à l'unité centrale, en

35

ce que chaque caméra est connectée à une unité de mémoire de trame, elle-même connectée à une unité de traitement d'image assurant sous le

5       contrôle de l'unité centrale l'égalisation des histogrammes des deux images  
captées, et en ce qu'il comporte une unité de soustraction des images  
égalisées, reliée aux deux unités de mémoire de trame, un ensemble de  
filtrage disposé en sortie de l'unité de soustraction et une unité de  
visualisation de l'image de restitution après filtrage.

10       Selon un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble de filtrage est  
constitué d'un filtre passif, associé en série avec un élément de seuillage  
de luminosité, asservi.

15       Selon un mode de réalisation de l'invention, le capteur d'éclairement est  
relié à l'unité centrale par l'intermédiaire d'un luminence-mètre, et ses  
informations sont exploitées par celle-ci d'une part pour l'asservissement  
des prises de vue et de l'élément de seuillage, et d'autre part comme  
paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement des images.

20       Selon un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comporte un  
avertisseur sonore, délivrant sous le contrôle de l'unité centrale, un signal  
relatant l'entrée d'un obstacle à l'intérieur d'une zone de sécurité dans  
l'image, déterminée.

25       L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante  
d'un mode de réalisation de celle-ci, en liaison avec les dessins annexés,  
sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique du système de détection de  
l'invention,

30       - la figure 2 est un organigramme récapitulatif du procédé de  
l'invention, et

- la figure 3 illustre le traitement d'image réalisé conformément à  
l'invention.

35

Sur la figure 1, on a indiqué schématiquement la présence des deux caméras 1, 2 nécessaires à la mise en oeuvre de l'invention, ainsi que de leurs objectifs 3, 4 respectifs. La première caméra 3 est sensible aux rayonnements du spectre visible, par exemple entre 0,4 et 0,75 microns, tandis que la seconde caméra 4 saisit une image du même champ dans le spectre proche infrarouge, par exemple entre 0,6 et 1 micron. Les deux objectifs 3, 4 sont reliés à une unité centrale de traitement 5, recevant par ailleurs des informations sur la luminosité ambiante, en provenance d'un capteur 6, associé à un luminance-mètre 7. Le capteur 6 utilisé pourra avantageusement être un capteur à semi conducteur en silicium. Une caractéristique essentielle de l'invention consiste en ce que l'éclairement de la chaussée est mesuré en permanence par le capteur 6, de façon à asservir par l'intermédiaire de l'unité centrale 5, l'ouverture des objectifs 3, 4, ou l'iris électronique des caméras 1 et 2, à l'éclairement mesuré.

En effet, l'asservissement de l'ouverture des objectifs 3, 4, peut être remplacé par le procédé connu sous le nom d'"iris électronique", notamment dans le cas où la caméra est un capteur d'images du type CCD (Charge Coupled Device). Ce procédé consiste à modifier le temps d'exposition du capteur d'image ou à contrôler les charges dues à l'effet électro-optique au niveau des éléments du CCD de manière continue, en fonction de l'éclairement.

La première caméra 1 est reliée à une unité de mémoire de trame "visible" 8, elle même raccordée à une unité de traitement d'image "visible" 9. De même, la seconde caméra 2 est reliée à une unité de mémoire de trame "infrarouge" 10, elle même reliée à une unité de traitement d'image "infrarouge" 11. Les unités de traitement 9, 11 ont pour fonction d'égaliser l'histogramme de l'image captée dans le spectre visible avec celui de l'image captée dans le proche infrarouge. L'unité centrale 5 et les deux unités de mémoire de trame 8, 10 sont connectées à une unité de soustraction d'images 12. L'image résultant de l'ensemble des traitements et de la soustraction transite par un premier filtre 13 de type classique, puis par un second filtre 14, ou "filtre de seuillage" 14, pour apparaître sur une unité de visualisation 15 disposée dans le champ de vision habituel

5 du conducteur. Par ailleurs, l'unité centrale 5 est raccordée à un avertisseur sonore 16, dont la fonction est de signaler au conducteur la pénétration des obstacles détectés, à l'intérieur d'un périmètre de sécurité préalablement déterminé.

10 Le fonctionnement de ce dispositif, résumé par l'organigramme de la figure 2, est le suivant. Comme indiqué plus haut, la commande de l'ouverture des objectifs 3, 4 est gérée par l'unité centrale 5, en fonction de l'éclairement de la scène, quantifié par cette même unité centrale, 5 sur la base des informations transmises par le capteur 6 et le luminance-mètre 7. L'éclairement de la scène est également exploité comme, paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement d'images, notamment pour modifier l'histogramme des images captées par les caméras 1 2, et pour  
15 fixer le seuil imposé par le second filtre, ou filtre de seuillage 14.

20 Les deux images superposées de la chaussée, acquises sous forme numérique par les caméras, l'une dans le spectre visible, et l'autre dans le proche infrarouge, sont mémorisées dans les deux unités de mémoire de trame 8, 10. En liaison avec l'unité centrale 5, les deux unités de traitement d'image 9, 11 procèdent à une égalisation de l'histogramme de l'image captée dans le spectre visible par celui de l'image captée dans le proche infrarouge.

25 Toujours sous le contrôle de l'unité centrale 5, l'unité de soustraction 12 effectue un traitement par différence des deux images ainsi égalisées, pour former une troisième image, ou image de restitution, relevant seulement le contraste des obstacles détectés, par rapport au paysage.

30 Le filtrage d'image effectué par le premier filtre 13 ou filtre passif est un filtrage classique. En revanche, le second filtre 14 impose un seuil de transmission d'image qui est fonction de la mesure d'éclairement de la chaussée. Le résultat de ce double filtrage est que l'image de restitution ne comporte plus que la silhouette des véhicules détectés, et celle des marquage au sol. L'image perçue par le conducteur, reproduite sur la  
35 partie droite de la figure 3 ("RESULT"), est binaire, la silhouette des

partie droite de la figure 3 ("RESULT"), est binaire, la silhouette des véhicules et les marquages constituant des signatures sous forme de simples rectangles blancs sur fond noir. Dans le cas général, la signature d'un véhicule en image binaire ainsi obtenue, se résume à deux rectangles blancs sur fond noir, correspondant à sa carrosserie vue de l'arrière.

Lorsqu'un obstacle a été détecté, le dispositif de l'invention est capable de suivre celui-ci de façon à prolonger la transmission d'informations au conducteur, sous forme binaire. Cette opération, constituant une véritable "poursuite de signature" des véhicules détectés, consiste tout d'abord à rechercher les coordonnées du maximum d'intensité de l'obstacle. Bien entendu, ce maximum ne correspond pas forcément au centre géométrique de l'obstacle. Pour éviter de focaliser la poursuite sur l'ombre du véhicule au lieu de la focaliser sur le véhicule lui-même, il est en effet nécessaire de ne pas "trainer" dans la poursuite, la signature due à l'ombre du véhicule.

Le dispositif de l'invention a en outre la capacité d'être indifférent au défilement des ombres des arbres sur les bords de la chaussée. A cet effet, l'unité centrale 5 impose temporairement au dispositif d'accrocher le maximum d'intensité de l'obstacle sur l'image captée dans le spectre visible, de façon à prévoir sur la base du déplacement de ce maximum, le déplacement du maximum d'intensité de l'image binaire résultant du traitement habituel. Cette faculté permet au dispositif de suivre en temps réel l'image des véhicules et celle des marquages au sol, sans être perturbée par les zones d'ombre.

En fonction de la vitesse propre du véhicule équipé du dispositif de détection de l'invention, et des conditions d'adhérence au sol, l'unité centrale 5 détermine enfin une zone, dite "zone de sécurité dans l'image". Le déplacement relatif des maxima d'intensité détectés, par rapport au véhicule équipé est surveillé de façon à avertir le conducteur que l'obstacle détecté pénètre dans la zone de sécurité. Une solution particulièrement avantageuse consiste à avertir le conducteur au moyen d'un signal sonore dont la fréquence est inversement proportionnelle à une mesure de



l'éloignement de ce maximum dans l'image. Cette mesure peut par exemple être constituée par l'ordonnée cartésienne du maximum dans un repère ayant pour axe d'abscisses un axe transversal à la direction de déplacement. Ce type de signal constitue en effet l'interface la plus efficace du point de vue de la sécurité, entre l'homme et la machine.

En conclusion, l'invention permet au conducteur de détecter et de suivre les obstacles surgissant sur sa trajectoire, tout en évaluant leurs positions, relatives aux marquages. De plus, le conducteur est averti par voie sonore de la proximité des obstacles, avec son véhicule. Cette invention présente donc des qualités de fiabilité et de précision, inconnus des systèmes existants.

## REVENDEICATIONS

- 5 1) Procédé de détection d'obstacles présents sur la trajectoire d'un véhicule à partir d'images de la chaussée captées par deux caméras (1, 2) équipées d'objectifs (3, 4) effectuant respectivement la même prise de vue, dans les domaines des rayonnements visibles, et du proche infrarouge, ces deux images étant traitées par différence pour former une troisième image ou image de restitution, relevant uniquement le contraste des obstacles détectés par rapport au paysage, caractérisé en ce que les deux prises de vue sont asservies à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.
- 10
- 15 2) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 1, caractérisé en ce que les objectifs (3, 4) de chaque caméra (1, 2) sont asservis à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.
- 20 3) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque caméra possède un iris électronique asservi à une mesure continue de l'éclairement de la chaussée.
- 25 4) Procédé de détection d'obstacles selon, les revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que les images captées par chaque caméra (1, 2) sont numériques.
- 30 5) Procédé de détection d'obstacles selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les histogrammes des deux images captées sont égalisées de façon à pouvoir soustraire l'image captée dans le spectre visible, de l'image captée dans le proche infrarouge.
- 35 6) Procédé de détection d'images selon l'une des revendications 1, à 5, caractérisé en ce que l'image de restitution est filtrée, et en ce qu'on détermine un seuil lumineux d'affichage, fonction de l'éclairement de la chaussée, pour ne conserver sur l'image de restitution, que la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol .

5 7) Procédé de détection selon la revendication 6, caractérisé en ce que la silhouette des véhicules détectés et des marquages au sol, est restituée au conducteur sous forme d'une signature, constituée de rectangles blancs sur fond noir.

10 8) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'on détermine les maxima d'intensité de l'image de restitution, et en ce qu'on poursuit la signature des véhicules détectés, sur la base du déplacement de ces maxima dans l'image de restitution.

15 9) Procédé de détection d'obstacles selon la revendication 8, caractérisé en ce que pendant le temps de passage du véhicule effectuant la détection sous l'ombre des arbres défilant latéralement, on détermine la trajectoire des maxima uniquement à partir de l'image captée dans le spectre visible.

20 10) Procédé de détection selon les revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le conducteur est averti par voie sonore de l'entrée d'un maximum à l'intérieur d'une zone de sécurité dans l'image, cette zone étant déterminée à partir de la vitesse propre du véhicule effectuant la détection et des conditions d'adhérence au sol.

25 11) Procédé de détection selon la revendication 10, caractérisé en ce que le signal sonore d'avertissement présente une fréquence inversement proportionnelle à une mesure de l'éloignement de ce maximum.

30 12) Dispositif de détection d'obstacles spécialement conçu pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une unité centrale de traitement (5), reliée à une première caméra (1) sensible aux rayonnements du domaine visible, et à une seconde caméra (2) sensible aux rayonnements du proche infrarouge, dont les prises de vue sont asservies à un capteur d'éclairement (6) également relié à l'unité centrale (5), en ce  
35 que chaque caméra (1, 2) est connectée à une unité de mémoire de trame (8, 10), elle-même connectée à une unité de traitement d'image (9, 11) assurant sous le contrôle de l'unité centrale (5), l'égalisation des

5        histogrammes des deux images captées, en ce qu'il comporte une unité de soustraction (12) des images égalisées, reliée aux deux unités de mémoire de trame (8, 10), un ensemble de filtrage (13, 14) disposé en sortie de l'unité de soustraction (12), et une unité de visualisation (15) de l'image de restitution après filtrage.

10       13) Dispositif de détection d'obstacles selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'ensemble de filtrage (13, 14) est constitué d'un filtre passif (13), associé en série avec un élément de seuillage de luminosité (14), asservi.

15       14) Dispositif de détection d'obstacles selon la revendication 13, caractérisé en ce que le capteur d'éclairement (6) est relié à l'unité centrale (5) par l'intermédiaire d'un luminence-mètre (7) et en ce que ses informations sont exploitées par celle-ci d'une part pour l'asservissement des prises de vue et de l'élément de seuillage (14), et d'autre part comme paramètre de pondération dans l'algorithme de traitement des images.

20       15) Dispositif de détection d'obstacles selon les revendications 12, 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte un avertisseur sonore (16), délivrant sous le contrôle de l'unité centrale (5), un signal relatant l'entrée d'un obstacle à l'intérieur d'une zone de sécurité d'image, déterminée.

1/3

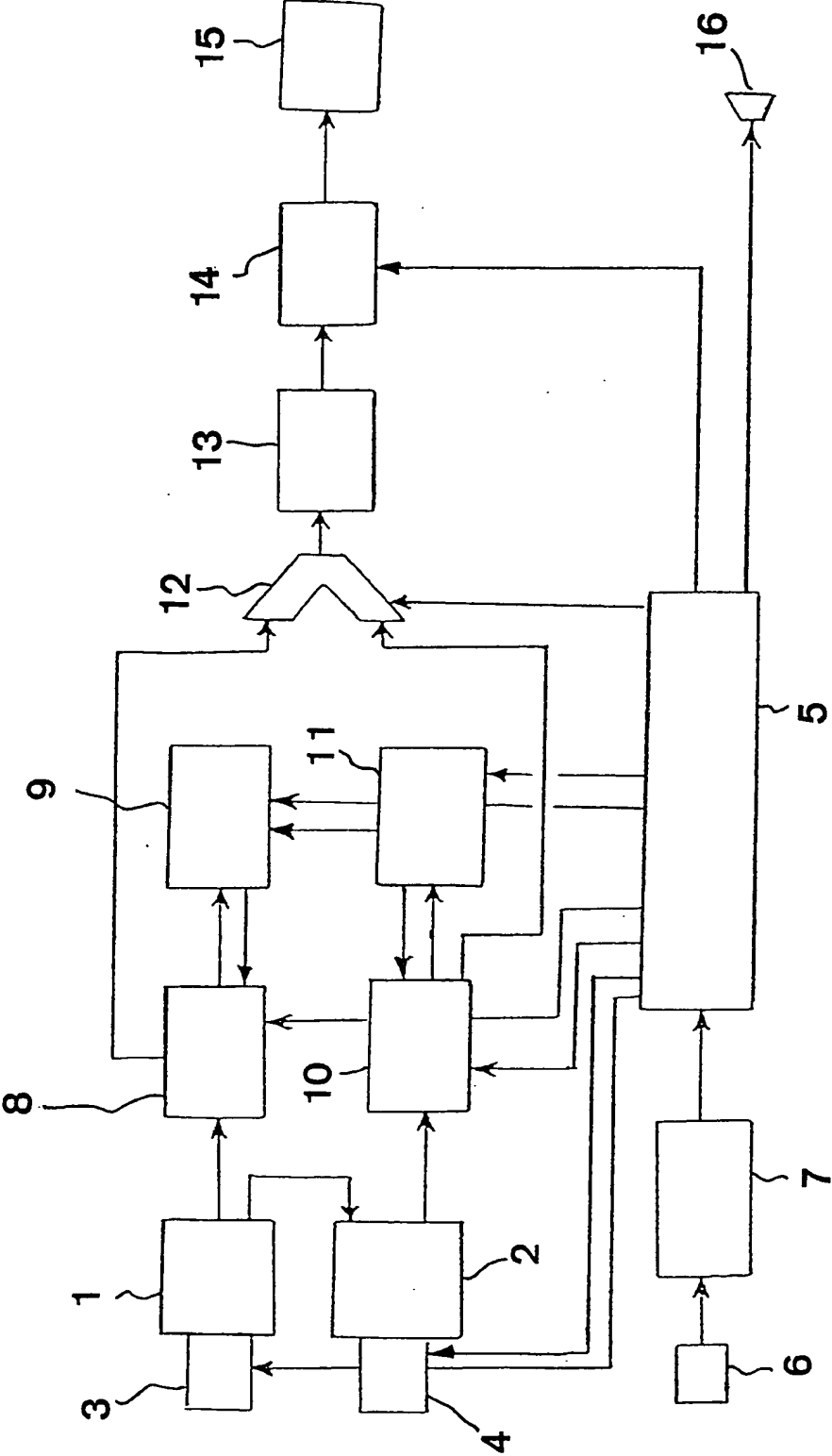
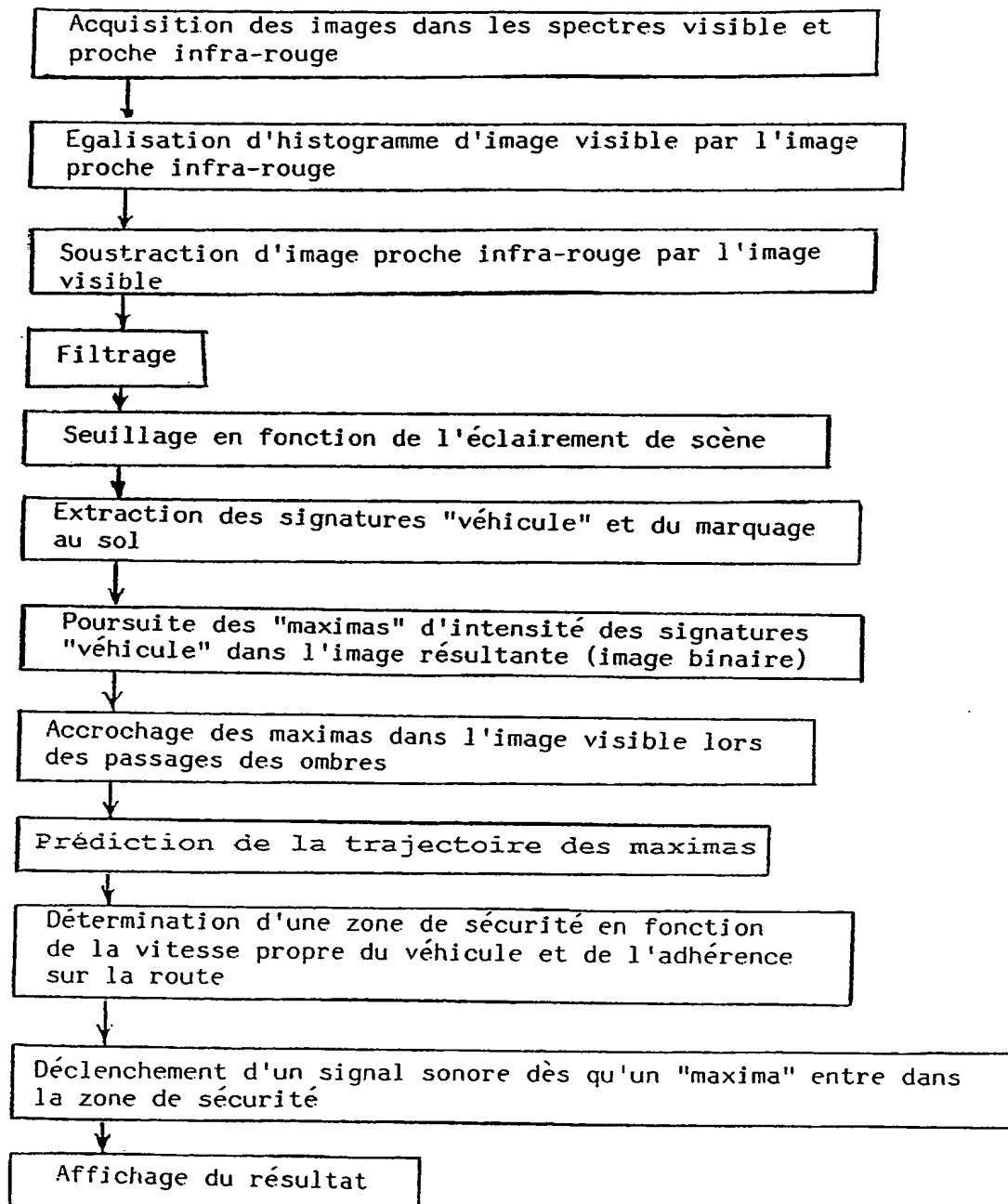


FIG.1

2/3

FIG.2

3/3

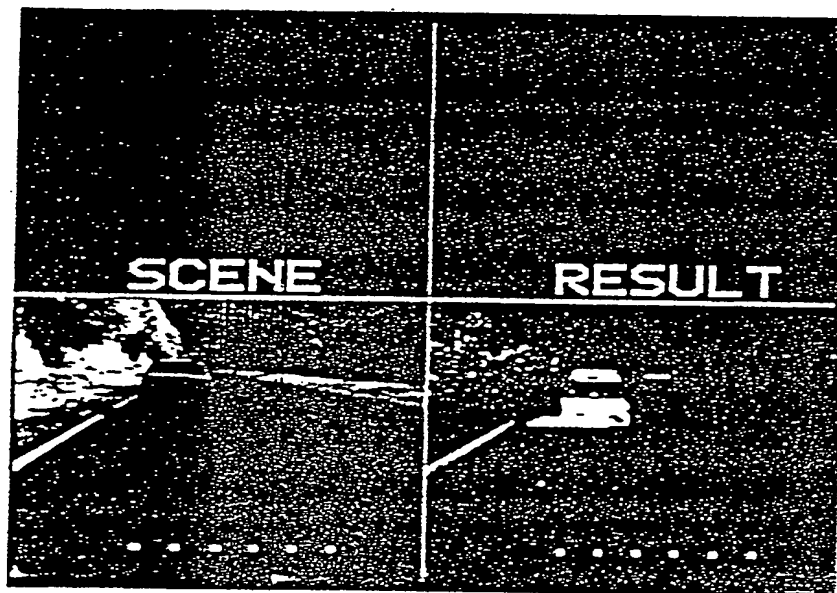


FIG.3

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9201067  
FA 473268

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,Y	EP-A-0 454 516 (REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT S.A.) 30 Octobre 1991	1-5
A	* abrégé; figure 1 *	6, 12
Y	EP-A-0 412 886 (THOMSON-CSF) 13 Février 1991 * abrégé *	1-5
	* colonne 4, ligne 16 - colonne 5, ligne 27; figure 1 *	
A	US-A-4 437 111 (INAI ET AL.) 13 Mars 1984 * abrégé; figures 3,4 *	1, 12, 14
A	EP-A-0 352 831 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE L.E.P. , ET AL.) 31 Janvier 1990 * abrégé; figures 1,2 *	6, 12
A	US-A-4 868 652 (NUTTON) 19 Septembre 1989 * figure 2 *	6, 13
A	WO-A-8 605 890 (HUGHES) 9 Octobre 1986 * abrégé *	8
A	EP-A-0 392 953 (TRESSE) 17 Octobre 1990 * abrégé *	10, 11, 15
	* colonne 3, ligne 31 - ligne 35 *	
A	US-A-5 001 558 (BURLEY ET AL.) 19 Mars 1991	
Date d'achèvement de la recherche <b>02 NOVEMBRE 1992</b>		Examineur <b>Francesco Zaccà</b>
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ***** &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 01.92 (F0413)